

\$7233-US
ns

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 3月 5日

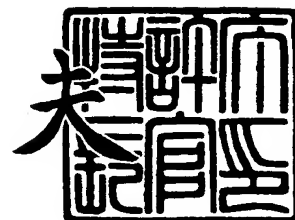
出願番号
Application Number: 特願2003-058508
[ST. 10/C]: [JP 2003-058508]

出願人
Applicant(s): 株式会社日本自動車部品総合研究所
株式会社デンソー

2004年 2月 4日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2004-3005951

【書類名】 特許願

【整理番号】 IP7684

【提出日】 平成15年 3月 5日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F25B 1/00

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内

【氏名】 尾崎 幸克

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内

【氏名】 堀田 忠資

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

【氏名】 武内 裕嗣

【特許出願人】

【識別番号】 000004695

【氏名又は名称】 株式会社日本自動車部品総合研究所

【特許出願人】

【識別番号】 000004260

【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

【識別番号】 100100022

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 洋二

【電話番号】 052-565-9911

【選任した代理人】

【識別番号】 100108198

【弁理士】

【氏名又は名称】 三浦 高広

【電話番号】 052-565-9911

【選任した代理人】

【識別番号】 100111578

【弁理士】

【氏名又は名称】 水野 史博

【電話番号】 052-565-9911

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038287

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 エジェクタ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 流体出口（41b）に向かうほど通路面積が縮小していく先細テーパ部（41c）が形成されたノズル（41）を有し、前記ノズル（41）から噴出する高速の作動流体の巻き込み作用によって流体輸送を行う運動量輸送式ポンプであるエジェクタであって、

先端側に向かうほど断面積が縮小するようにテーパ状に形成され、先端側が前記流体出口（41b）より流体流れ下流側まで到達しているニードル（44）を備え、

前記先細テーパ部（41c）のテーパ角（ $\phi 1$ ）は、前記ニードル（44）のテーパ角（ $\phi 2$ ）以上であることを特徴とするエジェクタ。

【請求項 2】 流体出口（41b）側に向かうほど通路面積が縮小していく先細テーパ部（41c）、及び前記先細テーパ部（41c）のうち通路断面積が最も縮小した喉部（41d）から連なり、通路断面積が略一定のストレート部（41e）が形成されたノズル（41）を有し、前記ノズル（41）から噴出する高速の作動流体の巻き込み作用によって流体輸送を行う運動量輸送式ポンプであるエジェクタであって、

先端側に向かうほど断面積が縮小するようにテーパ状に形成され、先端側が前記喉部（41d）より流体流れ下流側まで到達しているニードル（44）を備え、

前記先細テーパ部（41c）のテーパ角（ $\phi 1$ ）は、前記ニードル（44）のテーパ角（ $\phi 2$ ）以上であることを特徴とするエジェクタ。

【請求項 3】 前記ニードル（44）のテーパ角（ $\phi 2$ ）は、先端側と根元側とで相違していることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のエジェクタ。

【請求項 4】 前記ニードル（44）の先端側テーパ角（ $\phi 1$ ）は、前記ニードル（44）の根元側テーパ角（ $\phi 2$ ）に比べて小さいことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載のエジェクタ。

【請求項 5】 前記ニードル（44）の先端部は、略球面状又は平面状に形

成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 つに記載のエジェクタ。

【請求項 6】 前記ニードル (44) を、その軸方向に変位させるアクチュエータ (47) を備えていることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 つに記載のエジェクタ。

【請求項 7】 請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 つに記載のエジェクタにて冷媒を循環させることにより、低温側の熱を高温側に移動させる蒸気圧縮式冷凍機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高速で噴出する作動流体の巻き込み作用によって流体輸送を行う運動量輸送式ポンプであるエジェクタ (JIS Z 8126 番号 2. 1. 2. 3 等参照) に関するもので、冷媒を循環させるポンプ手段としてエジェクタを採用した蒸気圧縮式冷凍機 (以下、エジェクタサイクルという。) に適用して有効である。

【0002】

【従来の技術】

エジェクタの巻き込み作用を高めてポンプ作用を高めるには、ノズルから噴射する冷媒の流速を高くする必要がある。そこで、従来のエジェクタサイクルでは、流体通路途中に通路面積が最も縮小した喉部、及び喉部以降に流体通路断面積が下流側に向かうほど拡大するディフューザ部を有するラバールノズル (流体力学 (東京大学出版会) 参照) を用いている (例えば、特許文献 1、2 参照)。

【0003】

なお、理想的なラバールノズルでは、ノズルに流入した冷媒は、喉部に向かうほど絞られて流速が増大し、喉部にて臨界状態、つまり流速がマッハ 1 となる。そして、喉部を通過した冷媒は、ディフューザ部にて沸騰膨脹して流速がマッハ 1 を超える。

【0004】

また、エジェクタサイクルの運転条件によってノズルを流れる冷媒流量が変化したときに対応するため、従来は、ノズルの上流に可変絞り弁を設ける、又はノズルの出口面積を変化させていた（例えば、特許文献2参照）。

【0005】

【特許文献1】

特開平10-205898号公報

【0006】

【特許文献2】

特開平5-312421号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、ラバールノズルを採用するには、以下に述べる課題がある。

【0008】

(1) ラバールノズルにおいてディフューザ部の拡がり角 θ は流れの剥離を抑制して高いノズル効率（＝ノズル噴流の運動エネルギー／冷媒の膨張エネルギー）を得るために、一般的に $1^{\circ} \sim 2^{\circ}$ 程度必要とされる。

【0009】

また、ノズルを通過する冷媒流量は喉部の面積に略比例して変化するため、製造時に喉部の面積、つまり喉部の口径の寸法を厳しく管理する必要がある。具体的には、家庭用空調装置や自動車用空調装置に用いる冷媒流量程度の場合、喉部口径の公差を数十 μm 以下とする必要となる。

【0010】

したがって、ラバールノズルでは、ディフューザ部の精密テーパ加工やノズル内部にある喉部の精密加工等の寸法を厳しく管理する必要があるため、ノズルの製造が難しい問題がある。

【0011】

(2) 冷蔵庫のように比較的熱負荷変動の小さな冷凍装置では、一般的に、ラバールノズルを用いるとともに、サイクルバランスは成り行きに任せているが、ノズルを設計する際には、特定の条件（例えば、最も熱負荷が大きいとき等）で

適正膨張するように寸法が選定される。

【0012】

このため、熱負荷が変動する等して圧力条件が変化したときには、ノズルで膨張不足や過膨張が生じてノズルの効率が低下し、エジェクタの性能が低下してしまう問題がある。

【0013】

因みに、図19は圧力条件が変化したときのノズル内圧力の模式図であり、図19(a)はノズル出口圧 P_1 が一定でノズル入口圧が変化した場合である。そして、入口圧が P_{h1} ではノズル出口圧と P_1 が一致し適正膨張するが P_{h2} では不足膨張となるためノズル効率が低下する。

【0014】

また、図19(b)はノズル出口圧が変化した場合であるが、 P_{13} では適正膨張するが P_{14} では不足膨張となりノズル効率が低下する。このように圧力条件の変化がノズル効率の低下を招く。なお、詳細は流体力学（東京大学出版会）の203頁等を参照のこと。

【0015】

(3) 特許文献2に記載の発明では、ニードルの先端径が大きいため、ニードル下流で冷媒流れに乱れが生じ易く、エジェクタ効率の低下を招き易い。

【0016】

また、特許文献2に記載の発明に類似した可変ノズルとして、喉部の有効通路断面積、つまり実際に冷媒が流通し得る通路断面積をニードル弁により変化させることも考えられるが、喉部の有効通路面積を変えても、喉部より下流側は流路面積が変化しないので、図20に示すように、喉部の有効通路面積、つまり喉部の絞り面積を小さくするほど過膨張が大きくなってしまい、ノズルから噴射する冷媒の流速を超音速まで加速することができない。

【0017】

なお、図21は二酸化炭素冷媒において、ノズル入口の温度・圧力条件が一定もので、ノズルのディフューザ部内の圧力分布を無次元量（＝ディフューザ部各部における流路面積／喉部面積）でまとめたものである。因みに、この関係

は超音速流のみに適用でき、過膨張後に衝撃波が生じてノズル内で圧力が上昇するところには適用できない。

【0018】

そして、図21から明らかなように、喉部の通路面積が変化したときも圧力と無次元量との関係は殆ど変化せず、喉部の通路面積を小さくし、かつ、ノズル出口の面積を変化させない場合には、ノズル出口における「流路面積／喉部面積」が大きくなり、仮に超音速流で膨張すると、より低い圧力まで膨張するので、過膨張が生じノズル効率の低下を招く。

【0019】

以上に述べたように、喉部の通路面積によりノズルの流量特性が決定され、ノズル出口面積により喉部以降の適正膨張条件が決定されるため、エジェクタサイクルにおいて必要とされる冷凍能力、つまり冷凍能力の仕様や設計圧力条件が変化するとそれに応じたノズルを作る必要がある。

【0020】

このため、必要とされる冷凍能力や運転条件の異なる複数種類のエジェクタサイクルを作る場合、それぞれの仕様に合わせた専用のノズルを製造しなければならないので、設備投資の増大や多種のノズルを管理するために発生する工数などによりエジェクタサイクル、つまりノズルの製造原価上昇を招く。

【0021】

本発明は、上記点に鑑み、第1には、従来と異なる新規なエジェクタを提供し、第2には、上記した複数の課題のうち少なくとも1つの課題を解決することを目的とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明では、流体出口(41b)に向かうほど通路面積が縮小していく先細テーパ部(41c)が形成されたノズル(41)を有し、ノズル(41)から噴出する高速の作動流体の巻き込み作用によって流体輸送を行う運動量輸送式ポンプであるエジェクタであって、先端側に向かうほど断面積が縮小するようにテーパ状に形成され、先端側が

流体出口 (41b) より流体流れ下流側まで到達しているニードル (44) を備え、先細テーパ部 (41c) のテーパ角 ($\phi 1$) は、ニードル (44) のテーパ角 ($\phi 2$) 以上であることを特徴とする。

【0023】

これにより、後述する図 5 (a)、(b) に示すように、流体出口 (41b) から噴出した流体は、慣性及びコアンダ効果等によりニードル (44) の表面に沿って流れようとする。

【0024】

このとき、ニードル (44) の断面積は下流に向かうほど小さくなるので、ノズル (41) から吹き出すノズル噴流 A は、下流側に向かうほどノズル (41) の中心軸側に徐々に拡がっていく。

【0025】

一方、ノズル噴流 A の外側の噴流界面 A o は、ノズル噴流 A と吸引された低圧流体とが釣り合う位置まで拡がる。つまりノズル (41) に流れ込む流体量が大きく、ノズル噴流 A と低圧流体との圧力差が大きいときには、図 5 (a) に示すように噴流界面 A o の直径が拡大し、逆に、ノズル 41 に流れ込む流体量が小さく、ノズル噴流 A と低圧流体との圧力差が小さいときには、図 5 (b) に示すように噴流界面 A o の直径が縮小する。

【0026】

したがって、本発明では、ノズル (41) に流入した冷媒は、流体出口 (41b) に向かうほど絞られて流速が増大し、流体出口 (41b) にて臨界状態、つまり流速がマッハ 1 となる。

【0027】

そして、流体出口 (41b) から噴射したノズル噴流 A は、図 5 に示すように膨脹して沸騰するため、流速がマッハ 1 を超えて超音速となる。つまり、ノズル (41) 内を流れる流体及びノズル噴流 A は、あたかもラバールノズルを用いたかのごとく、超音速まで膨脹加速される。

【0028】

このとき、本発明では、ノズル噴流 A の噴流界面 A o は、低圧流体との圧力差

に応じて決定されるバランスが取れた自然な形、つまり適正膨脹形態となるのに対して、通常のラバールノズルでは、ディフューザ部の形状が予め設定された固定形状であるため、喉部から噴射した冷媒は、必ずしも適正な膨脹形態で膨脹することができない。

【0029】

すなわち、本発明では、適正な膨脹形態で膨脹するようにノズル噴流 A の噴流界面 A o が自然に変化して自己調整されるのに対して、通常のラバールノズルでは、膨脹形態がディフューザ部の形状により規制されて、必ずしも適正な膨脹形態で膨脹することができない。

【0030】

以上に述べたように、本発明では、流体出口 (41b) から突き出たニードル (44) に沿ってノズル噴流 A を流すことによって、ノズル噴流 A の噴流断面積を徐々に大きくするとともに、ノズル噴流 A と低圧流体の界面を運転条件に応じて自由に变化させることで適正に近い膨脹形態を実現することができる。

【0031】

また、流体を膨脹加速するためのディフューザ部を設ける必要がないので、ノズル (41) の製造工数を低減することができる。

【0032】

また、流体出口 (41b) を冷媒通路面積が最も小さくなる部位とすればよいので、ノズル内冷媒通路途中に冷媒通路面積が最も小さくなる部位を設けるラバールノズルに比べて、加工性や公差管理が容易になるので、ノズル (41) の製造原価を低減することができる。

【0033】

請求項 2 に記載の発明では、流体出口 (41b) 側に向かうほど通路面積が縮小していく先細テーパ部 (41c)、及び先細テーパ部 (41c) のうち通路断面積が最も縮小した喉部 (41d) から連なり、通路断面積が略一定のストレート部 (41e) が形成されたノズル (41) を有し、ノズル (41) から噴出する高速の作動流体の巻き込み作用によって流体輸送を行う運動量輸送式ポンプであるエジェクタであって、先端側に向かうほど断面積が縮小するようにテーパ状

に形成され、先端側が喉部（41d）より流体流れ下流側まで到達しているニードル（44）を備え、先細テーパ部（41c）のテーパ角（ $\phi 1$ ）は、ニードル（44）のテーパ角（ $\phi 2$ ）以上であることを特徴とする。

【0034】

これにより、請求項1に記載の発明と同様に、喉部（41d）から突き出たニードル（44）に沿ってノズル噴流Aを流すことによって、ノズル噴流Aの噴流断面積を徐々に大きくするとともに、ノズル噴流Aと低圧流体の界面を運転条件に応じて自由に変化させることで適正に近い膨張形態を実現することができる。

【0035】

なお、ストレート部（41e）を長くしすぎると、「発明が解決しようとする課題」の欄で述べた無次元量（流路断面積／喉部面積）が過大となって、ストレート部（41e）内で過膨張してノズル効率の低下を招くので、ストレート部（41e）の長さは過膨張が発生しない程度の長さとする必要がある。

【0036】

また、流体を膨張加速するためのディフューザ部を設ける必要がないので、ノズル（41）の製造工数を低減することができる。

【0037】

また、ストレート部（41e）が設けられているので、テーパ加工用の刃物の総送り量の変動しても、ストレート部（41e）が残存する限り、最も通路断面積が小さくなる部位、つまり喉部（41d）の穴径は、ストレート部（41e）の穴径となる。したがって、最も通路断面積が小さくなる部位の穴径バラツキを容易に管理することができるので、ノズル（41）の製造工数を低減することができる。

【0038】

請求項3に記載の発明では、ニードル（44）のテーパ角（ $\phi 2$ ）は、先端側と根元側とで相違していることを特徴とするものである。

【0039】

請求項4に記載の発明では、ニードル（44）の先端側テーパ角（ $\phi 1$ ）は、ニードル（44）の根元側テーパ角（ $\phi 2$ ）に比べて小さいことを特徴とするも

のである。

【0040】

請求項5に記載の発明では、ニードル(44)の先端部は、略球面状又は平面状に形成されていることを特徴とする。

【0041】

これにより、ニードル(44)のテーパ部分の加工性が向上するとともに、壊蝕による形状変化を抑制できる。

【0042】

請求項6に記載の発明では、ニードル(44)を、その軸方向に変位させるアクチュエータ(47)を備えていることを特徴とするものである。

【0043】

請求項7に記載の発明では、請求項1ないし6のいずれか1つに記載のエジェクタにて冷媒を循環させることにより、低温側の熱を高温側に移動させる蒸気圧縮式冷凍機ものである。

【0044】

因みに、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示す一例である。

【0045】

【発明の実施の形態】

(第1実施形態)

本実施形態は、本発明に係るエジェクタを車両空調装置用のエジェクタサイクルに適用したものであり、図1は二酸化炭素を冷媒とするエジェクタサイクル1の模式図であり、図2はエジェクタ40の模式図であり、図3はノズル41の拡大図である。

【0046】

図1中、圧縮機10は走行用エンジンから動力を得て冷媒を吸入圧縮する周知の可変容量型の圧縮機であり、圧縮機10の吐出容量は、後述する蒸発器30内の温度又は圧力が所定範囲内になるように制御される。なお、電動圧縮機のごとく、吐出冷媒流量を回転数により制御することができるものを圧縮機10として

採用してもよいことは言うまでもない。

【0047】

放熱器 20 は圧縮機 10 から吐出した冷媒と室外空気とを熱交換して冷媒を冷却する高圧側熱交換器であり、蒸発器 30 は室内に吹き出す空気と液相冷媒とを熱交換させて液相冷媒を蒸発させることにより冷媒を蒸発させて室内に吹き出す空気を冷却する低圧側熱交換器である。

【0048】

なお、本実施形態では、冷媒を二酸化炭素として、圧縮機 10 の吐出圧を冷媒の臨界圧力以上としているので、放熱器 20 内で冷媒は凝縮（相変化）することなく、温度を低下させることでそのエンタルピを低下させるが、例えば冷媒を HFC134a として、圧縮機 10 の吐出圧を臨界圧力未満とした場合には、放熱器 20 内で冷媒は凝縮しながらそのエンタルピを低下させる。

【0049】

エジェクタ 40 は冷媒を減圧膨張させて蒸発器 30 にて蒸発した気相冷媒を吸引するとともに、膨張エネルギーを圧力エネルギーに変換して圧縮機 10 の吸入圧を上昇させるものであり、詳細は後述する。

【0050】

気液分離器 50 はエジェクタ 40 から流出した冷媒が流入するとともに、その流入した冷媒を気相冷媒と液相冷媒とに分離して冷媒を蓄える気液分離手段であり、気液分離器 50 の気相冷媒流出口は圧縮機 10 の吸引側に接続され、液相冷媒流出口は蒸発器 30 側の流入側に接続される。絞り 60 は気液分離器 50 から流出した液相冷媒を減圧する減圧手段である。

【0051】

なお、送風機 21 は放熱器 20 に冷却風、つまり外気を送風するもので、送風機 31 は蒸発器 30 に室内に吹き出す空気を送風するものである。

【0052】

次に、エジェクタ 40 について述べる。

【0053】

エジェクタ 40 は、図 2 に示すように、流入する高圧冷媒の圧力エネルギーを

速度エネルギーに変換して冷媒を等エントロピ的に減圧膨張させるノズル 4 1、ノズル 4 1 から噴射する高い速度の冷媒流により蒸発器 3 0 にて蒸発した気相冷媒を吸引しながら、ノズル 4 1 から噴射する冷媒流とを混合する混合部 4 2、ノズル 4 1 から噴射する冷媒と蒸発器 3 0 から吸引した冷媒とを混合させながら速度エネルギーを圧力エネルギーに変換して冷媒の圧力を昇圧させるディフューザ 4 3、及び先端側に向かうほど断面積が縮小するように円錐テーパ状に形成されたニードル 4 4 等からなるものである。

【0054】

因みに、ノズル 4 1 及びニードル 4 4 は、冷媒が膨脹する際に発生するキャビテーションによる腐食を防止すべく、本実施形態ではステンレス等の金属を採用している。

【0055】

また、ハウジング 4 5 は、混合部 4 2 及びディフューザ 4 3 を形成する筒状のものであり、ディフューザ 4 3 の流出口 4 5 a は気液分離器 5 0 の流入口 7 6 側に接続されている。

【0056】

ブロック 4 6 は、ノズル 4 1 を収納するとともに、放熱器 2 0 側に接続される高圧冷媒入口 4 6 a、及び蒸発器 3 0 側に接続される低圧冷媒入口 4 6 b が設けられた金属製のもので、ハウジング 4 5 とブロック 4 6 とは溶接又はろう付けにて接合されている。

【0057】

因みに、ハウジング 4 5 及びブロック 4 6 の材質としては、アルミニウム、ステンレス、黄銅等が考えられる。

【0058】

そして、ニードル 4 4 が同軸上に圧入固定されたノズル 4 1 をブロック 4 6 に圧入固定することにより、ニードル 4 4 及びノズル 4 1 がブロック 4 6 に組み付けられ、ノズル 4 1 を圧入するための穴は蓋 4 6 c により閉塞されている。なお、蓋 4 6 c は、ノズル 4 1 を圧入するための穴を閉塞するとともに、ニードル 4 4 の固定手段を兼ねる。

【0059】

ところで、混合部 42 においては、ノズル 41 から噴射する冷媒流の運動量と、蒸発器 30 からエジェクタ 40 に吸引される冷媒流の運動量との和が保存されるように混合するので、混合部 42 においても冷媒の静圧が上昇する。

【0060】

一方、ディフューザ 43 においては、通路断面積を徐々に拡大することにより、冷媒の動圧を静圧に変換するので、エジェクタ 40 においては、混合部 42 及びディフューザ 43 の両者にて冷媒圧力を昇圧する。そこで、混合部 42 とディフューザ 43 とを総称して昇圧部と呼ぶ。

【0061】

つまり、理想的なエジェクタ 40 においては、混合部 42 で 2 種類の冷媒流の運動量の和が保存されるように冷媒圧力が増大し、ディフューザ 43 でエネルギーが保存されるように冷媒圧力が増大することが望ましい。

【0062】

また、ノズル 41 は、図 3 に示すように、ノズル出口 41b に向かうほど冷媒通路面積が縮小していく円錐状の先細テーパ部 41c が形成された先細ノズルであり、先細テーパ部 41c の外壁部も先細テーパ部 41c の内壁と略平行となるように円錐テーパ状に形成されている。

【0063】

一方、ニードル 44 の先端側のうち先細テーパ部 41c 内に位置する部位は、先端側に向かうほど断面積が縮小するように円錐テーパ状に形成された円錐テーパ部 44a が形成されているとともに、先端側がノズル出口 41b より流体流れ下流側まで到達している。

【0064】

そして、先細テーパ部 41c のテーパ角 $\phi 1$ は、円錐テーパ部 44a のテーパ角 $\phi 2$ 以上となるように設定されているため、先細テーパ部 41c と円錐テーパ部 44a との間に形成される冷媒流路 41a は、ノズル出口 41b にて冷媒通路断面積が最小となる。

【0065】

次に、エジェクタサイクルの概略作動を述べる。

【0066】

圧縮機10から吐出した冷媒を放熱器20側に循環させる。これにより、放熱器20にて冷却された冷媒は、エジェクタ40のノズル41にて等エントロピ的に減圧膨張して、音速以上の速度で混合部42内に流入する。

【0067】

そして、混合部42に流入した高速冷媒の巻き込み作用に伴うポンプ作用により、蒸発器30内で蒸発した冷媒が混合部42内に吸引されるため、低圧側の冷媒が気液分離器50→絞り60→蒸発器30→エジェクタ40（昇圧部）→気液分離器50の順に循環する。

【0068】

一方、蒸発器30から吸引された冷媒（吸引流）とノズル41から吹き出す冷媒（駆動流）とは、混合部42にて混合しながらディフューザ43にてその動圧が静圧に変換されて気液分離器50に戻る。

【0069】

なお、図3の角度 ϕ は低圧冷媒の流れる流路45bのテーパ角であるが、エジェクタ40において昇圧する原理は、前述のごとく、低圧冷媒とノズル噴流の運動量保存で計算されるが、 ϕ が大きくなると、低圧冷媒の軸方向速度成分、つまりノズル41の噴射方向成分が小さくなるので、エジェクタ40の昇圧量が小さくなってしまう。そして、発明者等の検討によれば、 ϕ は 40° 以下とすることが望ましいとの結論を得ている。

【0070】

因みに、図4は ϕ が変化したときのエジェクタ40の昇圧量を $\phi=0$ を基準として計算したものである。計算条件は、二酸化炭素冷媒を用いた車両用空調装置で外気温が 25°C と 35°C の場合である。 $\phi=40^\circ$ 程度までは昇圧量の低下が比較的小さいが、それ以上だと低下量が大きくなってしまふことが解る

次に、本実施形態の特徴を述べる。

【0071】

本実施形態では、ニードル44の円錐テーパ部44aが、ノズル出口41bか

ら突き出て混合部 42 側まで到達しているので、図 5 (a)、(b) に示すように、ニードル 44 の周囲通路 41a を流れてノズル出口 41b から噴出した冷媒は、慣性及びコアンダ効果等によりニードル 44、つまり円錐テーパ部 44a の表面に沿って流れようとする。

【0072】

このとき、円錐テーパ部 44a の断面積は下流に向かうほど小さくなるので、ノズル 41 から吹き出す噴流（以下、ノズル噴流と呼ぶ。）A は、下流側に向かうほどノズル 41 の中心軸側に徐々に拡がっていく。

【0073】

一方、ノズル噴流 A の外側の噴流界面 A_o は、ノズル噴流 A と蒸発器 30 から吸引された低圧冷媒流とが釣り合う位置まで拡がる。つまりノズル 41 に流れ込む冷媒流量が大きく、ノズル噴流 A と低圧冷媒流との圧力差が大きいときには、図 5 (a) に示すように噴流界面 A_o の直径が拡大し、逆に、ノズル 41 に流れ込む冷媒流量が小さく、ノズル噴流 A と低圧冷媒流との圧力差が小さいときには、図 5 (b) に示すように噴流界面 A_o の直径が縮小する。

【0074】

したがって、本実施形態では、ノズル 41 に流入した冷媒は、ノズル出口 41b に向かうほど絞られて流速が増大し、ノズル出口 41b にて臨界状態、つまり流速がマッハ 1 となる。

【0075】

そして、ノズル出口 41b から噴射したノズル噴流 A は、図 5 に示すように膨脹して沸騰するため、流速がマッハ 1 を超えて超音速となる。つまり、ノズル 41 内を流れる冷媒及びノズル噴流 A は、あたかもラバールノズルを用いたかのごとく、超音速まで膨脹加速される。

【0076】

このとき、本実施形態では、ノズル噴流 A の噴流界面 A_o は、低圧冷媒流との圧力差に応じて決定されるバランスが取れた自然な形、つまり適正膨脹形態となるのに対して、ラバールノズルでは、ディフューザ部の形状が予め設定された固定形状であるため、喉部から噴射した冷媒は、必ずしも適正な膨脹形態で膨脹す

ることができない。

【0077】

すなわち、本実施形態では、適正な膨脹形態で膨脹するようにノズル噴流Aの噴流界面A_oが自然に変化して自己調整されるのに対して、通常のラバーノズルでは、膨脹形態がディフューザ部の形状により規制されて、必ずしも適正な膨脹形態で膨脹することができない。

【0078】

なお、適正な膨脹形態とは、前述した図19に示されるように、例えば、ノズル41の入口圧力・温度条件が一定で低压冷媒流の圧力が変化した場合、低压が下がると噴流と低压の圧力差が大きくなるため噴流は広がろうとし、逆に低压が上がると噴流と低压の圧力差が小さくなり噴流は広がり難くなる性質に逆らうことなく膨脹させることを言う。

【0079】

以上に述べたように、本実施形態では、ノズル出口41bから突き出たニードル44に沿ってノズル噴流Aを流すことによって、ノズル噴流Aの噴流断面積を徐々に大きくするとともに、ノズル噴流Aと低压冷媒流の界面を運転条件に応じて自由に変化させることで適正に近い膨脹形態を実現することができる。延いては、熱負荷によらず、高い効率を維持しながらエジェクタサイクルを運転することができ得る。

【0080】

また、冷媒を膨脹加速するためのディフューザ部を設ける必要がないので、ノズル41の製造工数を低減することができる。

【0081】

また、ノズル出口41bを冷媒通路面積が最も小さくなる部位とすればよいので、ノズル内冷媒通路途中に冷媒通路面積が最も小さくなる部位を設けるラバーノズルに比べて、加工性や公差管理が容易になるので、ノズル41の製造原価を低減することができる。

【0082】

(第2実施形態)

第1実施形態では、ニードル44、つまり円錐テーパ部44aの先端は尖っていたが、本実施形態は、図6、7に示すように、円錐テーパ部44aの先端部を平面状又は略球面状に形成したものである。

【0083】

次に、本実施形態の特徴を述べる。

【0084】

ニードル44、つまり円錐テーパ部44a先端はノズル噴流A内にあり、キャビテーションによる壊蝕が発生し易い環境下中に置かれるため、径の細い先端部は壊蝕により削れて形状が変化し易い。また、先端部分が非常に細くなるので、円錐テーパ部44aの先端部の加工が難しく、ニードル44の製造原価上昇を招く。

【0085】

これに対して、本実施形態では、ニードル先端部の尖っている部分を削除して、図6、7に示すように、円錐テーパ部44aの先端部を平面状又は略球面状にしているので、円錐テーパ部44aの加工性が向上するとともに、壊蝕による形状変化を抑制できる。

【0086】

なお、ノズル噴流Aは、前述のごとく、ニードル44表面に沿って高速（例えば、100m/s以上の流速）で流れるので、図8に示すように、ニードル44に円錐状の先端部が無くても、小さいな循環流（渦流）が発生するものの、先端部がある場合とほとんど変わらない流れとなる。

【0087】

したがって、先端部がなくてもノズル噴流Aには殆ど影響しないので、本実施形態に係るニードル44を用いたノズル41であっても、高いノズル効率を維持しながらエジェクタサイクルを運転することができる。

【0088】

（第3実施形態）

上述の実施形態では、ノズル出口41bにて最も通路断面積が小さくなるような先細ノズルをノズル41として採用したが、本実施形態は、図9に示すように

、先細テーパ部 4 1 c のうち通路断面積が最も縮小した喉部 4 1 d からノズル出口 4 1 b までの間に、通路断面積が略一定となるようなストレート部 4 1 e を設けたものである。

【0089】

次に、本実施形態の特徴を述べる。

【0090】

先細ノズルでは、ノズル出口 4 1 b が最も通路断面積が小さくなる部位であるが、切削加工により先細テーパ部 4 1 c を製造する場合、テーパ加工用の刃物の総送り量の変動すると、ノズル出口 4 1 b の穴径がこれに応じて変動してしまう。

【0091】

なお、仮に、ノズル 4 1 を鋳造で製作したとしても、切削加工による仕上げ加工を必要とするので、やはり、テーパ加工用の刃物の総送り量の変動すると、ノズル出口 4 1 b の穴径がこれに応じて変動してしまう。

【0092】

これに対して、本実施形態では、ノズル出口 4 1 b 側にストレート部 4 1 e が設けられているので、テーパ加工用の刃物の総送り量の変動しても、ストレート部 4 1 e が残存する限り、最も通路断面積が小さくなる部位、つまり喉部 4 1 d の穴径は、ストレート部 4 1 e の穴径となる。したがって、最も通路断面積が小さくなる部位の穴径バラツキを容易に管理することができるので、ノズル 4 1 の製造工数を低減することができる。

【0093】

ところで、ノズル出口 4 1 b 側にストレート部 4 1 e を設けると、通路断面積が最小となる部位は、ストレート部 4 1 e と円錐テーパ部 4 4 a の交点部分となり、ストレート部 4 1 e では、ノズル出口 4 1 b に向かうほど、実質的な通路断面積が徐々に大きくなっていくので、ストレート部 4 1 e にて膨脹沸騰が始まる。

【0094】

したがって、ストレート部 4 1 e を長くしすぎると、「発明が解決しようとする

る課題」の欄で述べた無次元量（流路断面積／喉部面積）が過大となって、ストレート部 41e 内で過膨張してノズル効率の低下を招くので、ストレート部 41e の長さは過膨張が発生しない程度の長さとする必要がある。

【0095】

なお、ニードル 44 の先端におけるノズル噴流 A の面積が、「発明が解決しようとする課題」の欄で述べた無次元量の「ノズル出口における流路面積」に対応し、ノズル 41 内冷媒通路のうち最も通路断面積が小さい部位が、「発明が解決しようとする課題」の欄で述べた無次元量の「喉部面積」に相当する。

【0096】

（第 4 実施形態）

本実施形態は、図 10 に示すように、ニードル 44 を、その軸方向に変位させるアクチュエータ 47 を設け、ノズル 41 に流れ込む高圧冷媒の流量に応じてニードル 44 を変位させてノズル出口 41b の実質的な開度を可変制御するものである。

【0097】

なお、本実施形態では、アクチュエータ 47 として、ステッピングモータを採用しており、ニードル 44 は、ステッピングモータの回転角に比例して軸方向に変位する。

【0098】

次に、本実施形態の特徴を述べる。

【0099】

本実施形態に係るノズル 41 では、流入する冷媒を超音速まで加速するので、ノズル 41 を通過する高圧冷媒の流量は低圧側の影響を殆ど受けず、ノズル 41 内冷媒通路のうち、最も通路断面積が小さい部位（以下、この部位を喉部と呼ぶ。）の面積とノズル 41 に流入する冷媒の圧力との積に比例する。そして、熱負荷が変動してサイクルの運転条件が変わると、高圧冷媒流量や高圧が変化するので、必要な喉部面積も変化する。

【0100】

そこで、本実施形態では、ニードル 44 を変位させて喉部面積を変化させるこ

とにより、常に適正な喉部面積を確保してエジェクタサイクルを効率良く運転している。具体的には、高圧冷媒流量が多いときは、図 11 (a) に示すように、喉部面積を大きくし、高圧冷媒流量が少ないときは図 11 (b) に示すように、喉部面積を小さくする。

【0101】

そして、本実施形態では、喉部面積が大きいときは、ノズル噴流 A 内にあるニードル 44 の占める面積割合が小さいので、ノズル噴流 A がニードル 44 の表面に沿って下流側に流れても、ニードル 44 の面積変化による圧力低下量が小さい。このため、ノズル噴流 A と吸引された低圧冷媒の圧力差が大きくなるので、前述のごとく、噴流界面 A o が広がる。

【0102】

逆に、喉部面積が小さいときは、ノズル噴流 A 内にあるニードル 44 の占める面積割合が大きくなるので、ノズル噴流 A がニードル 44 の表面に沿って下流側に流れても、ニードル 44 の面積変化による圧力低下量が多い。このため、ノズル噴流 A と低圧冷媒の圧力差が小さくなるので、前述のごとく、境界界面 A o 拡がり難くなる。

【0103】

したがって、本実施形態では、喉部面積の変化に応じてノズル噴流の形状が自動的に変化するので、「発明が解決しようとする課題」の欄で述べた「ノズル出口における流路面積」が「発明が解決しようとする課題」の欄で述べた「喉部面積」の変化に応じて自動的に変化することとなる。

【0104】

そして、例えばノズル 41 に流入する冷媒の圧力が一定の場合には、図 21 に示すように、適正な膨脹形態時には前記無次元量「ノズル出口における流路面積／喉部面積」は一定値となることから、本実施形態では、ノズル 41 に流入する冷媒量によらず、前記無次元量を一定値に維持することが可能となるので、エジェクタ効率を常に高く維持することができる。

【0105】

因みに、図 12 は本実施形態に係るノズル 41 と各運転条件に毎に最適化した



種類の異なるラバールノズルとを比較した結果である。この際、本実施形態に係るエジェクタ 40 は同じノズル 41、同じニードル 44 を用い、ノズル 41 とニードル 44 の軸方向相対位置のみを変化させている。

【0106】

そして、図 12 から明らかなように、本実施形態によれば、各運転条件毎に最適化したラバールノズルと同等の能力を得られることが解る。

【0107】

(第 5 実施形態)

第 4 実施形態では、アクチュエータ 47 としてステッピングモータを採用したが、本実施形態は、図 13 に示すように、アクチュエータ 47 として、周知の比例ソレノイドを採用したものである。

【0108】

すなわち、走行用エンジンにて圧縮機 10 を駆動する場合、エンジン回転数は走行負荷に応じて変動するため、空調負荷が変動しなくても圧縮機 10 の回転数が急激に変化する可能性が高く、この圧縮機 10 の回転数の急激な変化を速やかに吸収すべく、ニードル 44 を速やかに変位させる必要がある。

【0109】

そこで、本実施形態では、ステッピングモータに比べて応答性の早い比例ソレノイドにてニードル 44 を可変制御している。

【0110】

なお、本実施形態に係る比例ソレノイドでは、ソレノイドコイルに発生する磁界の強さを制御することにより、図 14 に示すように、電磁吸引力及び圧力差による力とバネ力との釣り合い状態を制御してニードル 44 の作動を制御している。

【0111】

因みに、本実施形態に係るバネ力の初期設置は、ノズル出口 41b 前後の圧力差が最も大きくなったときでもノズル出口 41b がニードル 44 にて閉じられることがないような大きさとなっている。

【0112】

(第6実施形態)

上述の実施形態では、ニードル44の円錐テーパ部44aは、テーパ角が根元側から先端側にかけて一定値であったが、本実施形態は、図15に示すように、ニードル44の先端側テーパ角 ψ_1 をニードル44の根元側テーパ角 ψ_2 に比べて小さくなるように、ニードル44のテーパ角を先端側と根元側とで相違させたものである。

【0113】

ここで、ニードル44の根元側テーパ角 ψ_2 とは、ニードル44のテーパ部分のうち断面積が最も大きくなる部位側であって、先端側と反対側に位置する部位側である。

【0114】

これにより、ニードル44の変位量に対する喉部面積の変化量を上述の第4、5実施形態に比べて大きくすることができるので、ニードル44の最大変位量を小さくすることができ、エジェクタ40の小型化を図ることができ得る。

【0115】

なお、本実施形態では、ニードル44の最大変位量を小さくすることができることから、図16に示すように、アクチュエータ47として、高圧冷媒の温度に応じて機械的にニードル44を変位させる機械式アクチュエータを採用している。

【0116】

因みに、本実施形態に係るアクチュエータ47は、特開平9-264622号公に記載のアクチュエータと略同様な構成を有するものである。具体的には、ニードル44と接合されている部材47aがダイヤフラム47bに接合しており、ダイヤフラム47bの動きに応じてニードル44の位置が変わるようになっている。

【0117】

ダイヤフラム47bを挟んで第1ケース47c、第2ケース47dがあり、これら47c、47dはその外周部で溶接されて、第1ケース47cとダイヤフラム47bと間に密閉空間47eが形成され、この密閉空間47e内には冷媒（本

実施形態では、二酸化炭素) が約 600 kg/m^3 の密度で封入されている。

【0118】

また、ニードル 44 には、ノズル 41 が閉じる方向に力をコイルバネ 47f により受けている。これは、高圧冷媒圧力が臨界圧以下になり気液二相状態で流れ、密閉空間 47e 内温度と周囲の高圧冷媒温度が等しくなり、密閉空間 47e 内圧力 (その温度での飽和圧力) と高圧が同じになってしまったときに冷媒の過冷却度を確保するためである。バネ力はダイヤフラム 47b での圧力換算で約 0.6 MPa (高圧が臨界圧以下のときの過冷却度 5°C 相当の圧力) である。

【0119】

以上に述べた構成によりアクチュエータ 47 は以下のように作動する。

【0120】

第 1 ケース 47c 及び第 2 ケース 47d 周りには、高圧冷媒入口 46a から流入した高圧冷媒が流れるため、密閉空間 47e 内の温度は周囲の高圧冷媒の温度とほぼ等しくなる。このため、密閉空間 47e 内の温度と圧力は、図 17 に示される 600 kg/m^3 の等密度線に沿って変化する。

【0121】

したがって、例えば密閉空間 47e 内の温度が 40°C の場合は約 9.7 MPa であり、高圧圧力が密閉空間 47e 内圧力 + バネによる圧力 = 10.3 MPa 以下の場合には、密閉空間内圧 + バネによる圧力の方が大きいので、ダイヤフラム 47b はニードル 44 側に押されてノズル 41 が閉じる方向に移動し、逆に、高圧が 10.3 MPa より大きい場合には、ダイヤフラム 47b はニードル 44 と反対側に押されてノズルが開く方に移動する。このため、高圧冷媒圧力は、ほぼ 10.3 MPa に制御される。

【0122】

なお、ダイヤフラム 47b によるニードル 44 の移動量は、ステッピングモータや比例ソレノイドほど大きくはできず、1 mm 以下であることが多い。

【0123】

(第 7 実施形態)

本実施形態は、第 6 実施形態に係るニードル 44 の変形例である。具体的には

、図 18 に示すように、ニードル 44 の先端側テーパ角 $\phi 1$ がニードル 44 の根元側テーパ角 $\phi 2$ に比べて小さくした状態で、円錐テーパ部 44 a の先端部を平面状又は略球面状に形成したものである。

【0124】

(その他の実施形態)

上述の実施形態では、車両用空調装置に本発明を適用したが、本発明はこれに限定されるものではなく、冷蔵庫、冷凍庫及び給湯器等のその他のエジェクタサイクルにも適用することができる。

【0125】

また、アクチュエータ 47 は、上述の実施形態に示されたものに限定されるものではなく、例えば不活性ガスのガス圧を用いた機械的なものやピエゾ素子を用いた非電磁力的な電気式のものであってもよい。

【0126】

また、上述の実施形態では、二酸化炭素を冷媒として高圧側の冷媒圧力を冷媒の臨界圧力以上としたが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えばフロン (R134a) を冷媒として高圧側の冷媒圧力を冷媒の臨界圧力未満としてもよい。

【0127】

また、上述の実施形態に示された実施形態のうち、少なくとも 2 つの実施形態を組み合わせてもよい。

【0128】

また、上述の実施形態では、ニードル 44 の先端側テーパ角 $\phi 1$ をニードル 44 の根元側テーパ角 $\phi 2$ に比べて小さくなるように、ニードル 44 のテーパ角を先端側と根元側とで相違させたが、本発明はこれに限定されるものではなく、ニードル 44 の先端側テーパ角 $\phi 1$ をニードル 44 の根元側テーパ角 $\phi 2$ に比べて大きくなるように、ニードル 44 のテーパ角を先端側と根元側とで相違させてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】



本発明の実施形態に係るエジェクタサイクルの模式図である。

【図 2】

本発明の実施形態に係るエジェクタの模式図である。

【図 3】

本発明の第 1 実施形態に係るエジェクタの拡大図である。

【図 4】

エジェクタの特性を示すグラフである。

【図 5】

エジェクタの特性を示す拡大図である。

【図 6】

本発明の第 2 実施形態に係るエジェクタの拡大図である。

【図 7】

本発明の第 2 実施形態に係るニードルの拡大図である。

【図 8】

本発明の第 2 実施形態に係るニードルの拡大図である。

【図 9】

本発明の第 3 実施形態に係るエジェクタの拡大図である。

【図 1 0】

本発明の第 4 実施形態に係るエジェクタの模式図である。

【図 1 1】

本発明の第 4 実施形態に係るエジェクタの拡大図である。

【図 1 2】

エジェクタの特性を示すグラフである。

【図 1 3】

本発明の第 5 実施形態に係るエジェクタの模式図である。

【図 1 4】

本発明の第 5 実施形態に係るエジェクタの拡大図である。

【図 1 5】

本発明の第 6 実施形態に係るエジェクタの拡大図である。

**【図 1 6】**

本発明の第 6 実施形態に係るエジェクの模式図である。

【図 1 7】

本発明の p - h 線図である。

【図 1 8】

本発明の第 7 実施形態に係るエジェクの拡大図である。

【図 1 9】

エジェクタの特性を示すグラフである。

【図 2 0】

エジェクタの特性を示すグラフである。

【図 2 1】

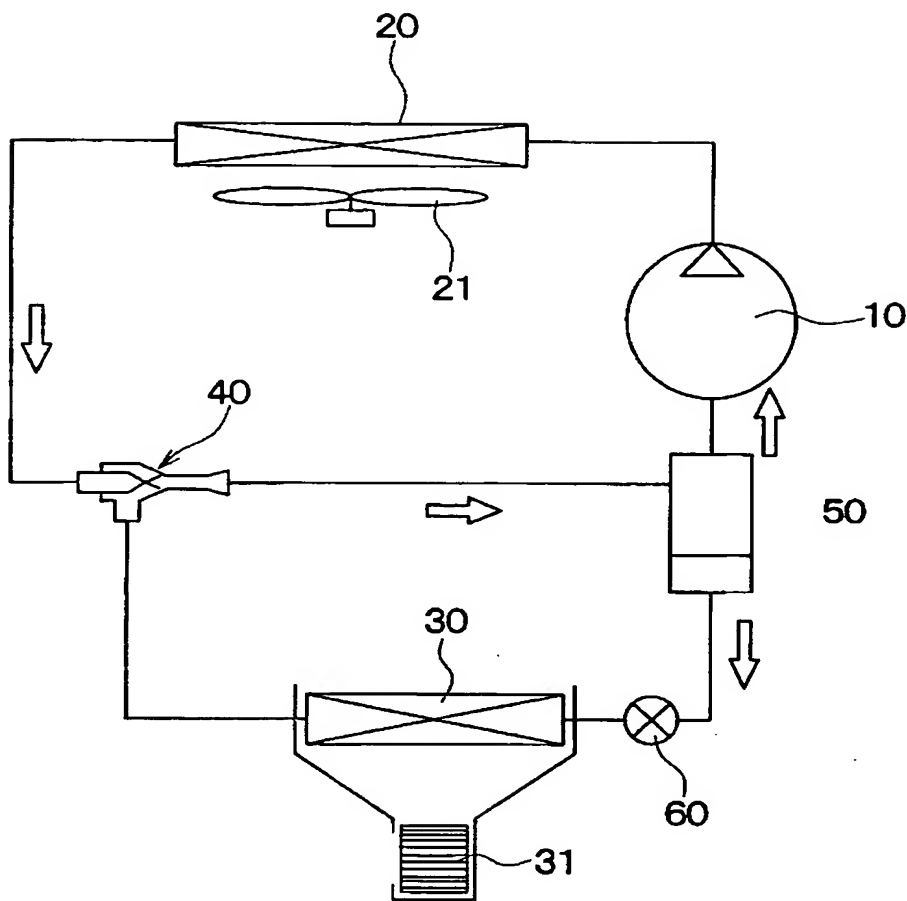
エジェクタの特性を示すグラフである。

【符号の説明】

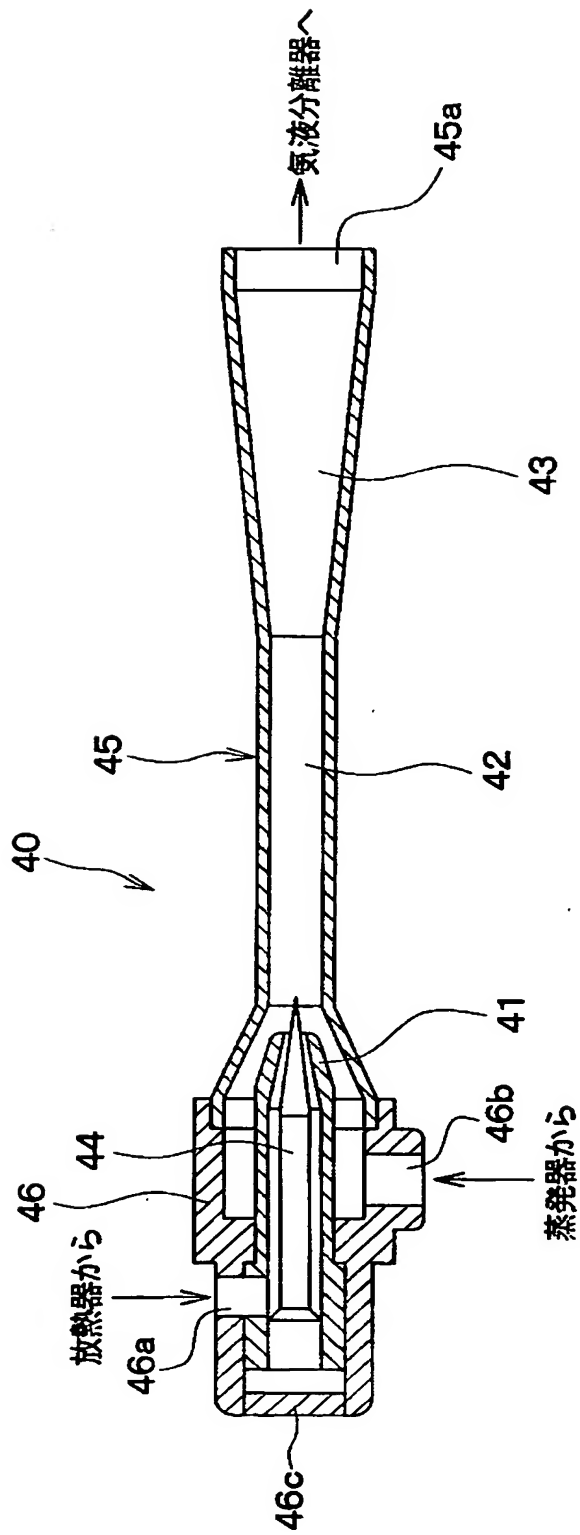
4 1 …ノズル、4 1 a …冷媒通路、4 1 b …ノズル出口、
4 2 …混合部、4 4 …ニードル、4 4 a …円錐テーパ部、
4 5 …ハウジング、4 5 b …冷媒通路。

【書類名】 図面

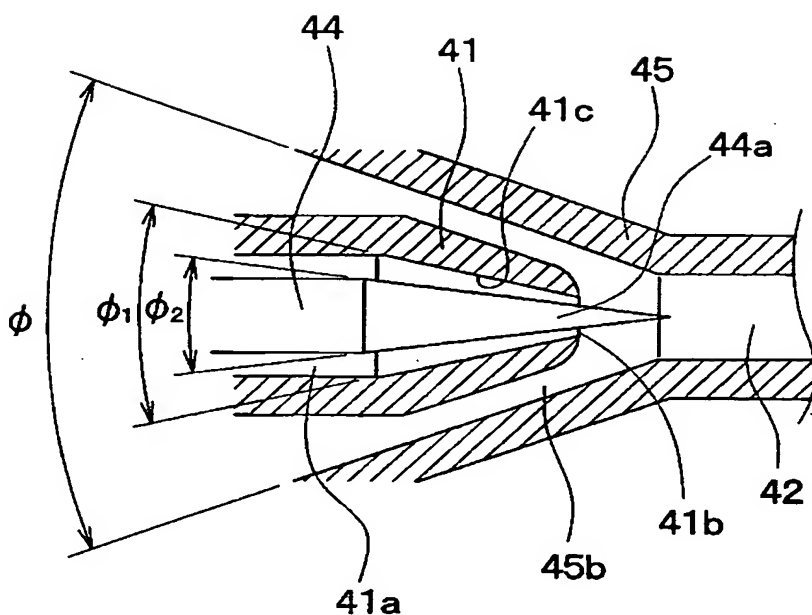
【図 1】



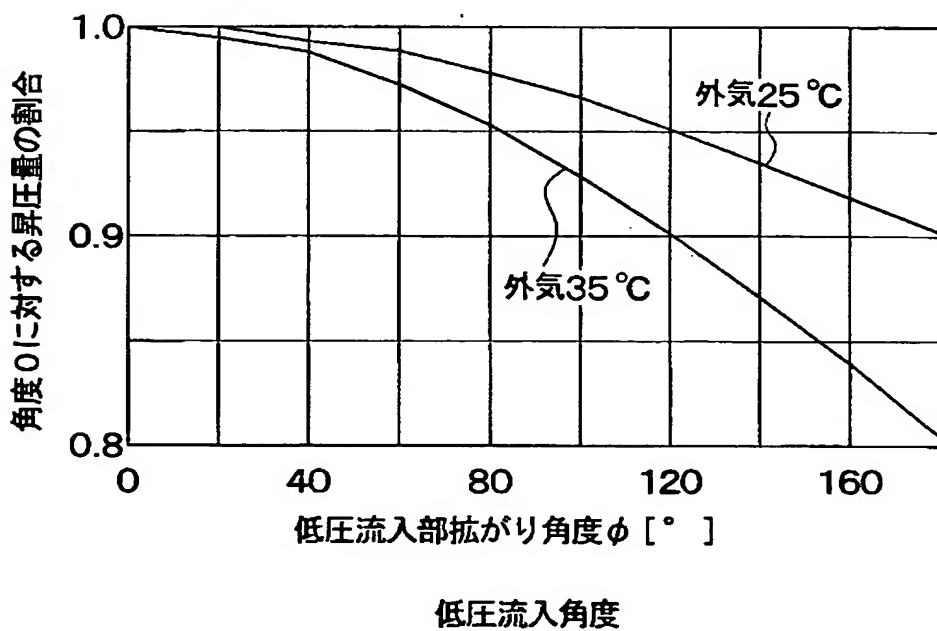
【図 2】



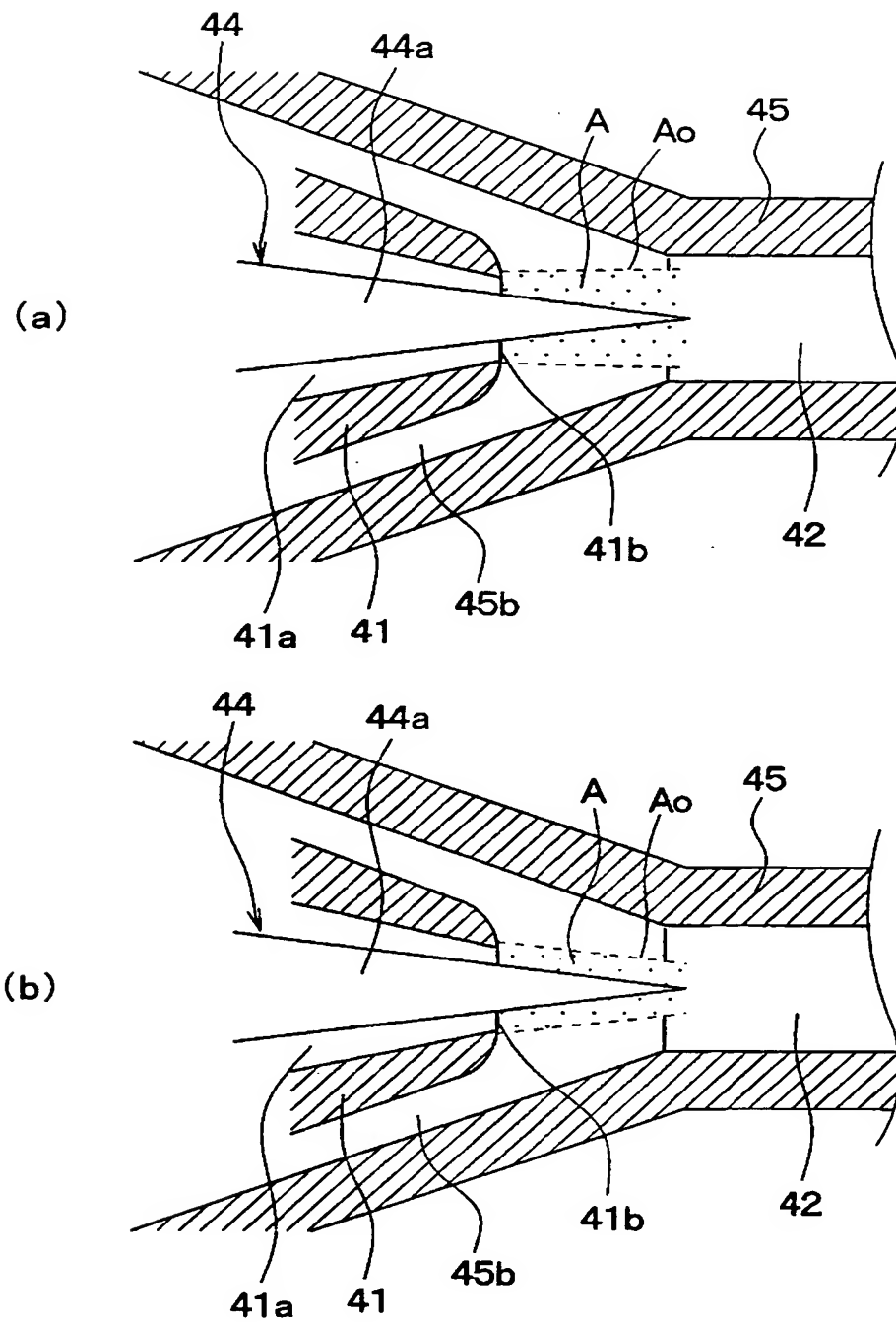
【図 3】



【図 4】

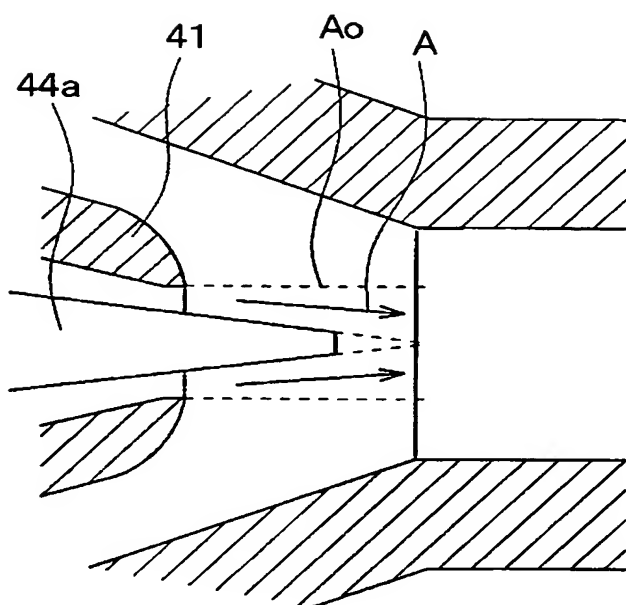


【図 5】

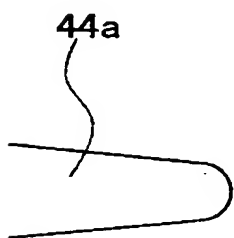


- | | |
|-------------|--------------|
| 41 : ノズル | 44 : ニードル |
| 41a : 冷媒通路 | 44a : 円錐テーパ部 |
| 41b : ノズル出口 | 45 : ハウジング |
| 42 : 混合部 | 45b : 冷媒通路 |

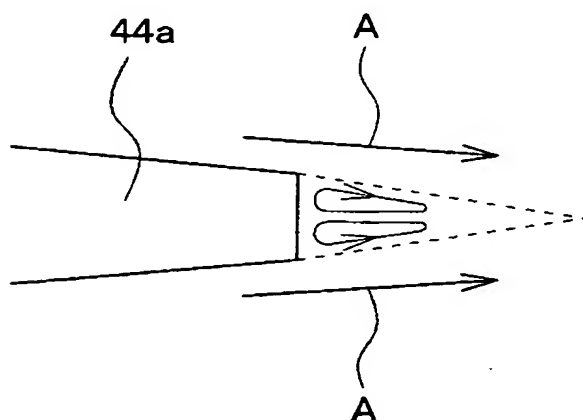
【図 6】



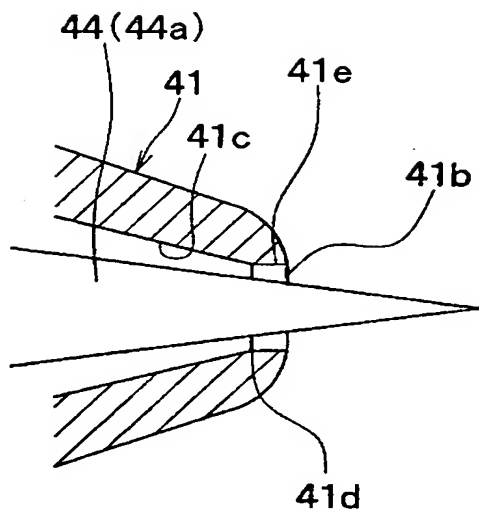
【図 7】



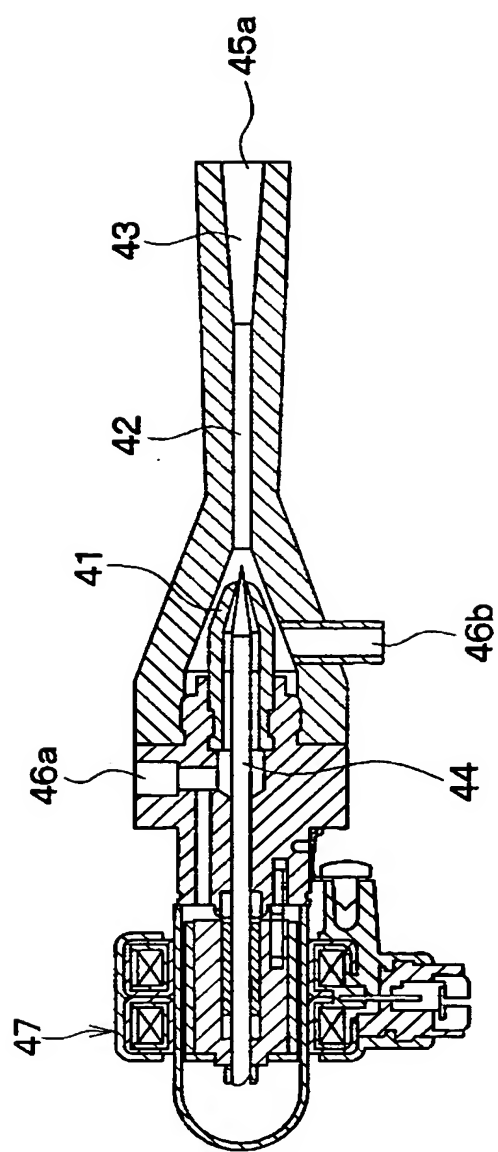
【図 8】



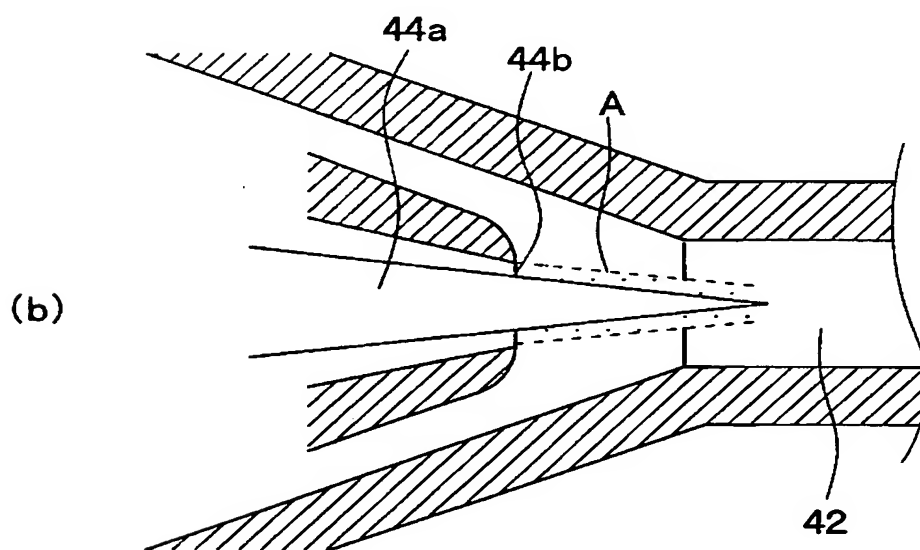
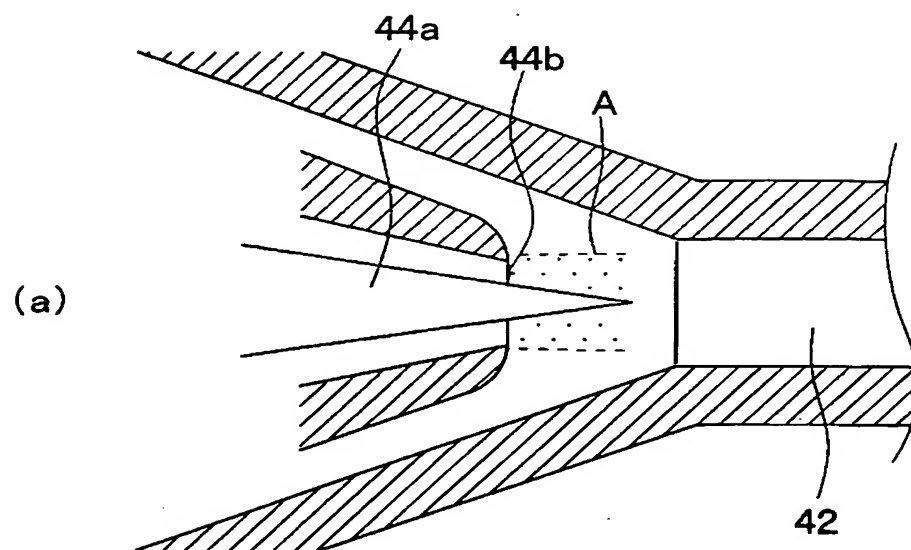
【図 9】



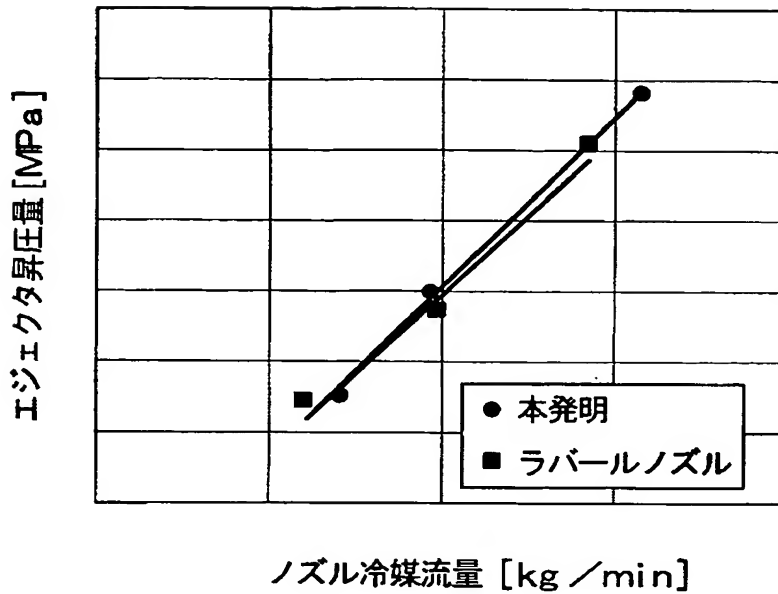
【図 10】



【図 11】

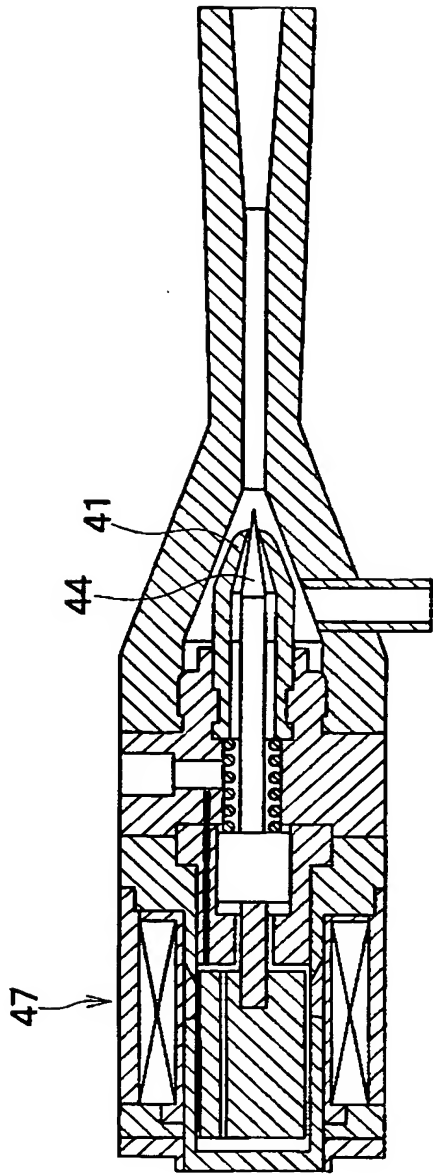


【図 12】

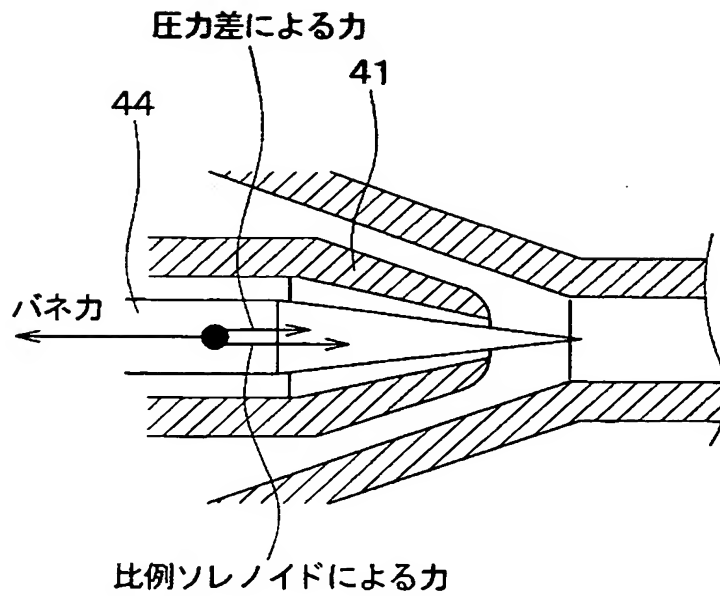


エジェクタの昇圧量をラバールノズルと比較

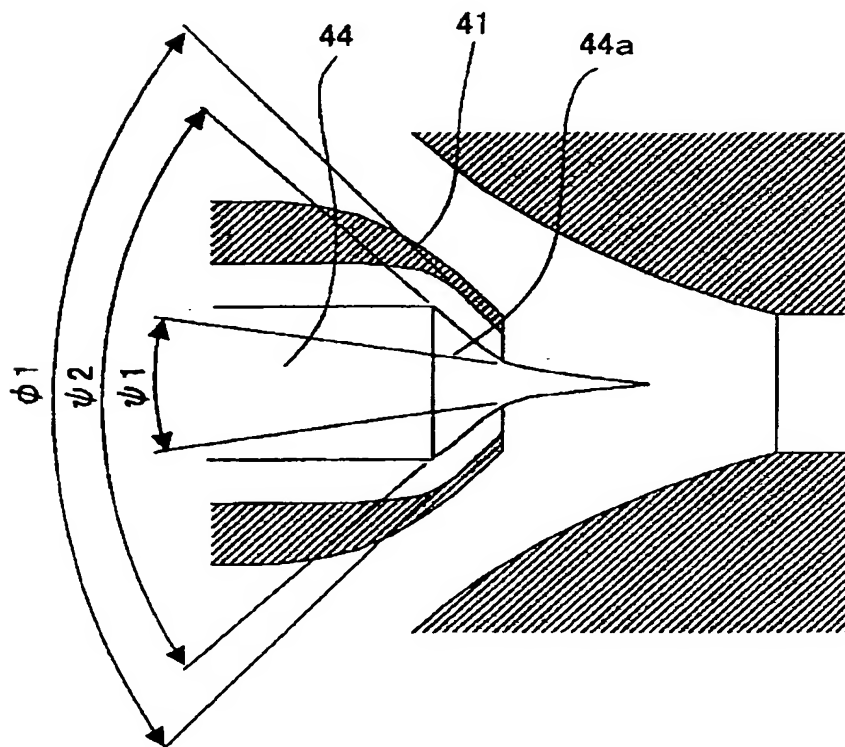
【図 13】



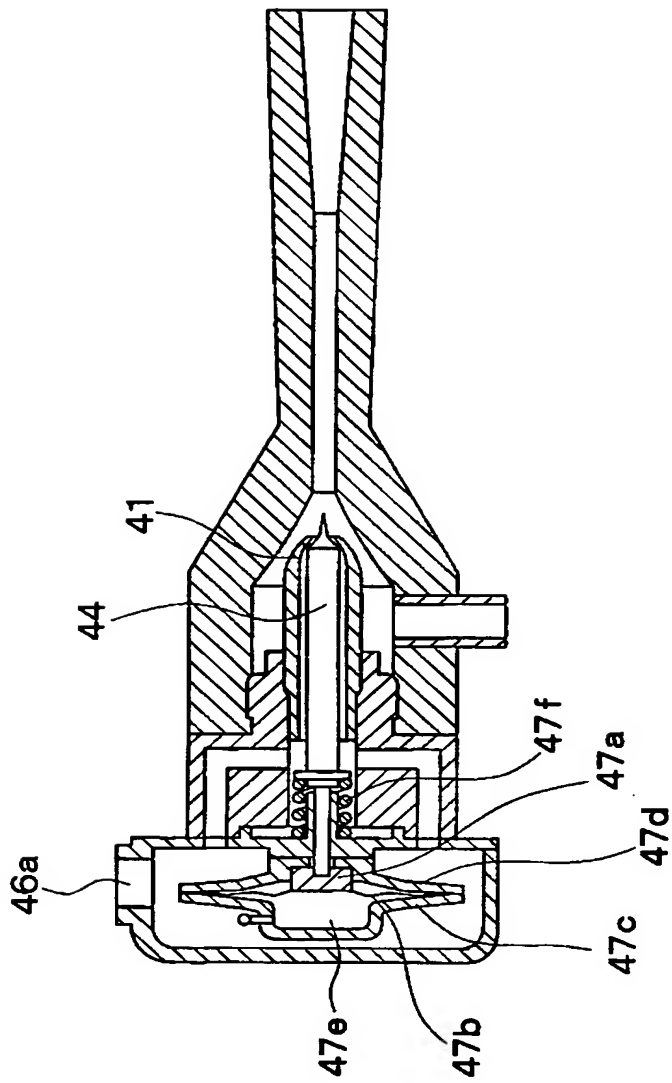
【図 14】



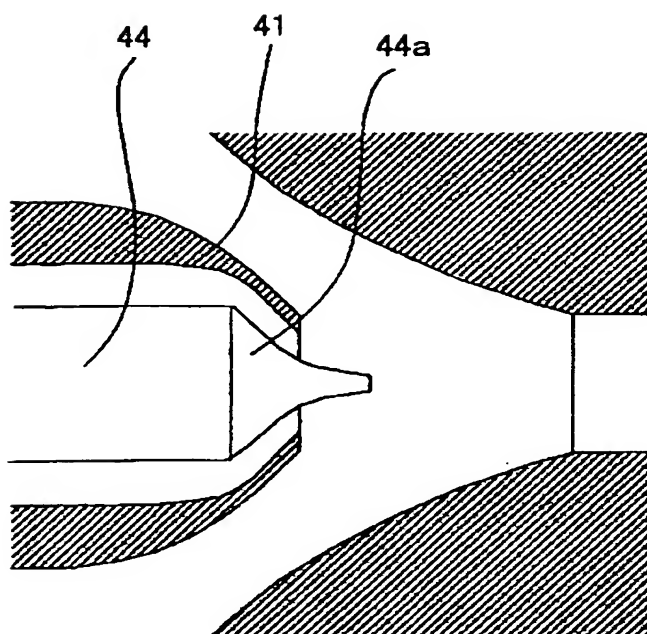
【図 15】



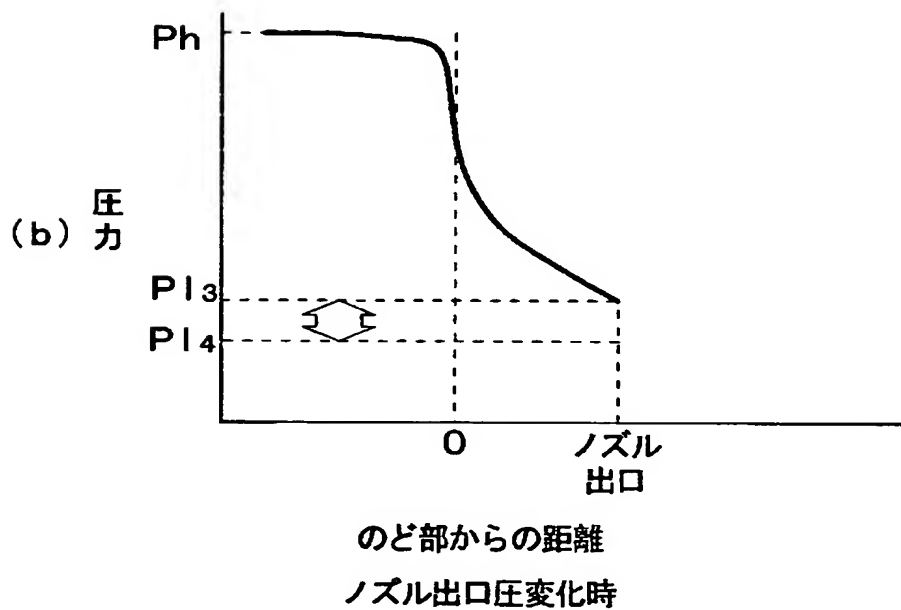
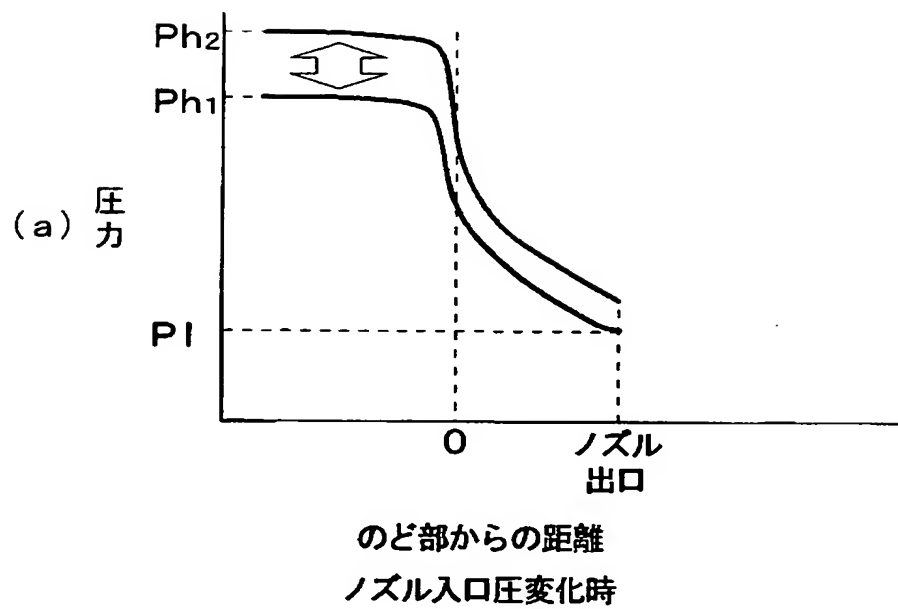
【図 16】



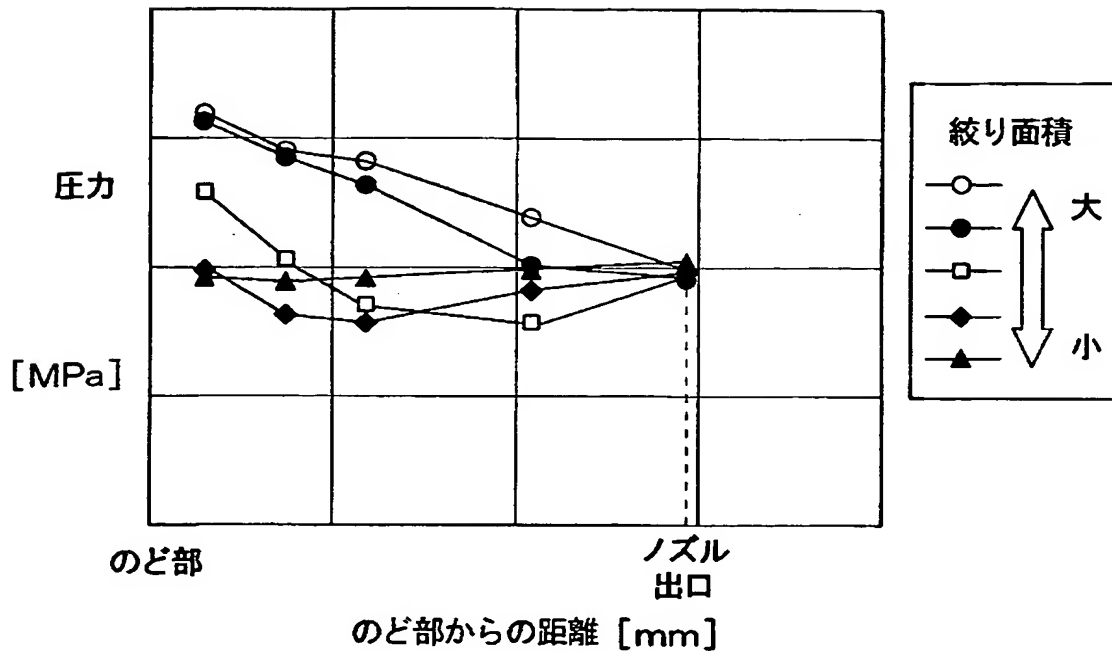
【図 18】



【図19】

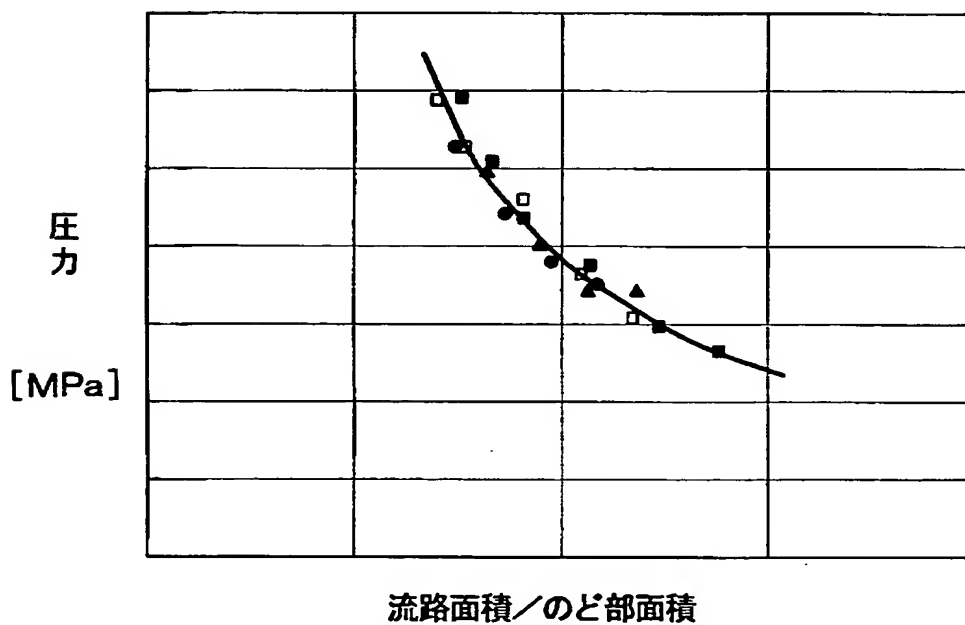


【図 20】



過膨張時のノズル内圧力分布

【図 21】



無次元量によるノズルのディフューザ部の圧力分布特性

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 エジェクタ効率を向上させる。

【解決手段】 ニードル44の円錐テーパ部44aをノズル出口41bから突き出す。これにより、ノズル噴流Aの噴流界面A_oは、低圧冷媒流との圧力差に応じて決定されるバランスが取れた自然な形、つまり適正膨張形態となるので、ノズル噴流Aと低圧冷媒流の界面を運転条件に応じて自由に変化させることで適正に近い膨張形態を実現することができる。延いては、熱負荷によらず、高い効率維持しながらエジェクタサイクルを運転することができ得る。

【選択図】 図5



特願 2003-058508

出願人履歴情報

識別番号 [000004695]

1. 変更年月日	1990年 8月 7日
[変更理由]	新規登録
住 所	愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地
氏 名	株式会社日本自動車部品総合研究所



特願 2 0 0 3 - 0 5 8 5 0 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 6 0]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 1 0 月 8 日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

氏 名

株式会社デンソー